

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-289867

(43) 公開日 平成10年(1998)10月27日

(51) Int.Cl.⁶
 H 0 1 L 21/027
 G 0 3 F 7/20
 G 2 1 K 5/02
 H 0 5 H 13/04

識別記号

5 0 3

F I

H 0 1 L 21/30 5 3 1 A
 G 0 3 F 7/20 5 0 3
 G 2 1 K 5/02 X
 H 0 5 H 13/04 U

審査請求 未請求 請求項の数3 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-110494

(22) 出願日 平成9年(1997)4月11日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 寺島 茂

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72) 発明者 渡辺 豊

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

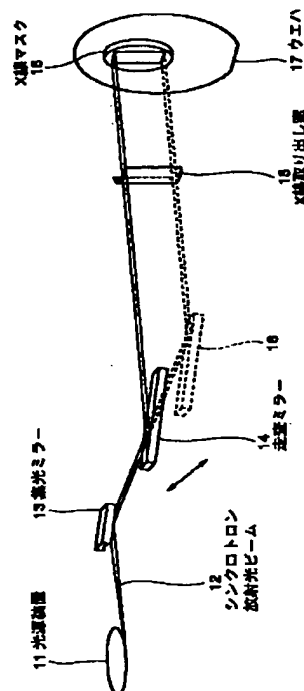
(74) 代理人 弁理士 阪本 善朗

(54) 【発明の名称】 X線露光装置およびデバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】 X線取り出し窓の耐圧強度を増大させるとともに広い面積とすることができ、そして広い露光領域を発散角を問題にすることなくまた振動を発生させることなく露光することができ、スルーアットを向上させるX線露光装置。

【解決手段】 ビームラインとX線露光装置を隔てる真空隔壁を兼ねたX線取り出し窓15を円弧状に湾曲した円筒面形状に構成して、シンクロトロン軌道面に弧を描くようにビームライン側を凸にX線露光装置側を凹となるように配設する。電子蓄積リング11から発せられ、集光ミラー13によって集光されたシンクロトロン放射光ビーム12は、走査ミラー14によって軌道面に対し垂直方向に大きく走査され、円筒面形状のX線取り出し窓15を介して、露光装置のX線マスク16を照射し、そのマスクパターンをウエハ17に転写する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 シンクロトロン放射光を用いるX線露光装置において、ビームラインと前記X線露光装置を隔てる真空隔壁を兼ねたX線取り出し窓を、円弧状に湾曲した円筒面形状に構成し、シンクロトロン軌道面に弧を描くようにビームライン側を凸にX線露光装置側を凹となるように配設したことを特徴とするX線露光装置。

【請求項2】 X線取り出し窓をベリリウム蒸着膜によって形成したことを特徴とする請求項1記載のX線露光装置。

【請求項3】 請求項1または2記載のX線露光装置を用いてデバイスを製造することを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、シンクロトロン放射光を露光光に用いて、半導体メモリー等のリソグラフィ工程に用いられるX線露光装置、特に、シンクロトロン放射光からビームラインにて導かれたX線を露光装置側に取り出すために用いられるX線取り出し窓を改良したX線露光装置およびデバイス製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】シンクロトロン放射光（以下、SRという。）を露光光とする従来のX線露光装置は、通常、図6に例示するような構成を有している。図6において、41はSRを発する電子蓄積リング等からなる光源装置、42はSRビーム、44は走査ミラー、45はX線取り出し窓、46はX線マスク、47はウエハ等の基板であって、電子蓄積リング等からなる光源装置41から放射されるSRビーム42は、走査ミラー44の角度を変えらるることにより走査され、図示しないビームラインを介して露光装置側の露光室内に入射され、X線マスク46のマスクパターンをウエハ等の基板47に転写するように構成されている。そして、高真空中で電子蓄積リング等の光源装置41から放射されるSRの大気による減衰を避けるために光源装置41から露光装置側に至るビームライン内は高真空に保たれ、そして大気に近い低真空あるいはヘリウム等の減圧雰囲気中の露光室でウエハ等の基板47を露光するようにし、露光装置側とビームラインの間に両者の雰囲気を遮断するためのX線取り出し窓45が設けられている。

【0003】このようなX線露光装置の形態は、従来から種々の提案がなされているが、その中でもX線露光装置を産業用として用いるにはスループットを大きくする必要がある。そのスループットを大きくする方法として、1回の露光時間を短くする方法、転写位置のステップの時間を短くする方法、あるいは1回の露光面積を広くする方法などの多方面から種々検討されている。これらの方法のうち、転写位置のステップ回数を減らす方

法、すなわち1回の露光面積を広くする方法が、最も効果的であり、SRを用いたX線露光装置においては最大の利点となる。

【0004】そこで、1回の露光での照射面積を広くする際に、広い面積のX線取り出し窓の必要性が高く、この点に関して数多くの手法が提案されているが、X線露光装置のX線取り出し窓に要求される性能としては、広い面積の他にX線透過率が高いこと、透過率むらがないこと、さらに真空隔壁として耐えられる強度を保っていること等数多くあり、これらのすべてを完全に満足させることはきわめて困難であった。特に、透過率を高くするためにX線取り出し窓を薄くすると、広い面積での強度が保てなくなるという互いに相反する関係となっている。これらの問題点を解決する方法としては、特公平5-70296号公報に記載されているように、X線取り出し窓を円筒面形状に構成し、必要な強度を得るようにしたものがある（図6参照）。このように、薄膜状のX線取り出し窓を円筒面形状あるいは球殻状に形成することによって、圧力差に耐えられる強度を増大させるという手法は種々発表されており、また、これまでに実績もある。

【0005】また、特公平5-87013号公報に記載された装置においては、より薄い窓を用いて、SRのシートビームが透過するように細長い窓として、この窓をシートビームに同期させて走査する構成によって、高透過率を実現している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記の従来技術のように広い露光面積を得ようとする場合、SRがシートビーム状であることから、従来は、露光領域は軌道面に長尺をもつ長方形に設定されている。

【0007】しかしながら、ビームラインとX線取り出し窓をミラーに同期させて走査する場合、窓を薄くすることができ、効率を上げることは可能であるが、ミラーと同期させて長いビームラインを走査する構成は、装置構造上非常に負担が大きく、走査のために振動が発生して、精密な転写露光に差し支えるという問題点が生じていた。

【0008】また、図6に示すような方法でビームを幅広に用いて露光領域を軌道面に長尺をもつ長方形に設定すると、SRの発散角の関係から十分に広い露光領域を確保することができない。

【0009】そこで、本発明は、上記の従来技術の有する未解決の課題に鑑みてなされたものであって、X線取り出し窓をSR軌道面に円弧を描くよう湾曲した円筒面形状とすることによって、耐圧強度を増大させかつ広い面積の窓とすることができ、そしてシートビームをSR軌道面に対して垂直方向に大きく走査させて広い面積を発散角を問題にすることなくまた振動を発生させることなく露光することができ、スループットを向上させるこ

とができるX線露光装置を提供することを目的とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明のX線露光装置は、シンクロトロン放射光を用いるX線露光装置において、ビームラインと前記X線露光装置を隔てる真空隔壁を兼ねたX線取り出し窓を、円弧状に湾曲した円筒面形状に構成し、シンクロトロン軌道面に弧を描くようにビームライン側を凸にX線露光装置側を凹となるように配設したことを特徴とする。

【0011】そして、本発明のX線露光装置において、X線取り出し窓をベリリウム蒸着膜によって形成することができる。

【0012】さらに、本発明のデバイス製造方法は、請求項1または2記載のX線露光装置を用いてデバイスを製造することを特徴とする。

【0013】

【作用】シンクロトロン放射光を用いるX線露光装置において、ビームラインとX線露光装置を隔てる真空隔壁を兼ねたX線取り出し窓を、SR軌道面に円弧を描くよう湾曲した円筒面形状とすることによって、耐圧強度を増大させかつ広い面積の窓とすることができ、そしてシートビームをSR軌道面に対して垂直方向に大きく走査させて従来よりも広い面積を発散角を問題にすることなくまた振動を発生させることなく露光することができ、スルーブットを向上させることができる。また、ベリリウム蒸着膜のような同心円状に膜厚分布をもつX線取り出し窓であっても、SR軌道方向の透過率分布を低減させ、露光領域内の露光量分布を改善することができる。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図面に基いて説明する。

【0015】図1は、本発明のX線露光装置の構成を概略的に図示する図面であり、電子蓄積リングからなる光源装置11から発せられたSRビーム12は、集光ミラー13によってSR軌道面の広がりを集光され、略平行なビームとして走査ミラー14に入射する。走査ミラー14で反射されたビームは、X線取り出し窓15を介して、図示しない露光室に入射し、X線マスク16を照射し、そのマスクパターンがウエハ17に転写される。走査ミラー14は、SR軌道面と垂直方向にビームを走査するように、図1に破線で示す位置18まで矢印方向に移動可能に構成されている。本実施例においては、発散角を抑えつつSR軌道面と垂直方向に長い露光領域を得るために、走査ミラー14での反射角を変えずに走査する手法を用いている。

【0016】これらの手段を用いることによって、SR軌道面方向に30mm、垂直方向に60mmの露光領域を確保することができる。そして、X線取り出し窓15は、15μm厚のベリリウムを、図1に示すように、半

径100mmの円弧に湾曲した円筒面形状に成形して、35mm×65mmの大きさの窓を形成し、SR軌道面に円弧を描くようにビームライン側を凸にX線露光装置側を凹となるように設置する。このときのX線露光装置は、露光室が1/5気圧の減圧ヘリウムで満たすようにしてあるために、上記の厚さの窓で真空隔壁としての機能を十分に果たすことができる。X線取り出し窓15を円筒面形状に円弧に湾曲させて配置することにより、円弧の中心部を通るX線と円弧の端を通るX線において、その透過率は微妙に異なり、X線取り出し窓の透過率に分布が生じるけれども、集光ミラー13により集光する際にその透過率差を補正するような照度分布となるよう予め設計しておくことにより、透過率を均一にすることができる。

【0017】次に、円弧状に湾曲した円筒面形状に構成したX線取り出し窓としてベリリウム箔を用いた実施例についてさらに説明する。

【0018】X線取り出し窓には、X線透過率が高いベリリウムの箔が広く用いられており、このベリリウム箔は通常粉末ベリリウムを圧延して製造されている。しかしながら、圧延により製造されるベリリウム箔には膜厚むらが発生し、このような膜厚むらを有するベリリウム箔をX線取り出し窓として用いると露光むらが発生し、必要な転写精度を得ることができなかった。これに対する対策として、ベリリウム蒸着膜を用いる方法が採用されているが、この蒸着膜においても、広い面積に蒸着膜を成膜する際に必ずしも均一に成膜できない場合がある。特に、中心から同心円状に膜厚分布をもつ場合がある。

【0019】このようなベリリウム蒸着膜をX線取り出し窓に用いる際に、本発明のように円弧状に湾曲した円筒面形状とすることによって透過率分布を改善することが可能となる。

【0020】以下に、具体的な例をもって説明する。蒸着によって形成された15μm厚のベリリウム箔において、その厚さを正確に測定すると、その厚さは、図3の(a)に示すような等厚線で表すことができ、ほぼ同心円状に中心部分が厚く、周囲が薄くなっている。そして、図3の(a)におけるJ-K断面およびL-M断面をそれぞれ同図(b)および(c)に示す。また、この膜のJ-K断面およびL-M断面の透過率分布を図3の(d)に示す。これらの例に示すように、2次元方向に透過率分布が存在し、これが露光むらとなってしまう。

【0021】そこで、ベリリウム箔を、図2に示すように、円弧状に湾曲した円筒面形状に形成する。図2の(a)はその正面図で、(b)はA-B線に沿った断面図であり、(c)はE-F線に沿った断面図である。また、同図(d)はA-B線およびC-D線に沿った断面におけるそれぞれの透過率分布33、34を示し、同図(e)はE-F線に沿った断面における透過率分布35

を示す。

【0022】図2の(b)において、31は円筒面形状のベリリウム箔の中心部におけるX線の透過長さであり、32は円筒面形状のベリリウム箔の中心部から離れた位置におけるX線の透過長さである。このように、ベリリウム箔を円弧状に湾曲した円筒面形状に形成することにより、ベリリウム箔の中心を通る円弧方向つまりA-B断面では平行なX線はベリリウム箔を横切る長さ31や32は位置によらずほぼ等しくすることができる。そして、SRシートビームの強度分布が水平方向に等しい場合、この断面での水平方向のX線の強度分布は均一となる。

【0023】また、中心から離れた位置、例えばC-D線に沿った断面におけるX線透過長さを比較すると、周囲の長さが真ん中の長さより若干長くなり、図2の(d)に示すように透過率分布34は均一ではなくなるが、平面時での膜厚差による透過率差に比較すると大きく改善されていることが分かる。

【0024】次に、垂直方向についてみると、図2の(c)に示すように、中心を通る円弧を横切る際の長さ20と中心から離れた位置での円弧を横切る長さとは、明らかにもとの平面の状態における膜厚分布(図3の(c)参照)と変わらない。しかし、SRを用いるX線露光装置では、シート状のビームを走査するか、もしくは一括に照射しつつシャッターで露光時間を制御するかのいずれかの方法を用いるために、一次元方向の照射強度の違いは補正可能である。例えば、シート状のビームを走査する場合に、中心部での走査速度を遅くすることによって露光時間を長くし、露光強度と露光時間の積である露光量を一定とすることができる。また、一括照射露光を用いる場合はSR軌道面と平行なシャッターエッジをSR軌道面と直交する方向に変速駆動し、中心部の露光時間を増やすことによって、露光量を一定とすることが可能である。このような方法を用いることによって、露光領域内の露光量分布を略均一にすることが可能となる。

【0025】次に上述したX線露光装置を利用した半導体デバイスの製造方法の実施例を説明する。図4は半導体デバイス(ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等)の製造のフローを示す。ステップ11(回路設計)では半導体デバイスの回路設計を行なう。ステップ12(マスク製作)では設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップ13(ウエハ製造)ではシリコン等の材料を用いて基板であるウエハを製造する。ステップ14(ウエハプロセス)は前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップ15(組立)は後工程と呼ばれ、ステップ14によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であ

り、アッセンブリ工程(ダイシング、ボンディング)、パッケージング工程(チップ封入)等の工程を含む。ステップ16(検査)ではステップ15で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷(ステップ17)される。

【0026】図5は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ21(酸化)ではウエハの表面を酸化させる。ステップ22(CVD)ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ23(電極形成)ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ24(イオン打込み)ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ25(レジスト処理)ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ26(露光)では上記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。ステップ27(現像)では露光したウエハを現像する。ステップ28(エッチング)では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ29(レジスト剥離)ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返して行なうことによってウエハ上に多重に回路パターンが形成される。本実施例の製造方法を用いれば、従来は製造が難しかった高集積度の半導体デバイスを低コストに製造することができる。

【0027】

【発明の効果】本発明は、上述したように構成されているので、次に記載するような効果を奏する。

【0028】X線取り出し窓をSR軌道面に円弧を描くように湾曲した円筒面形状にすることにより、耐圧強度を増大させかつ広い面積の窓とすることができ、SR軌道面に垂直な方向に長く走査する構成とすることができ、その結果、ステップ回数を減少させて、スループットを向上させることができる。

【0029】さらに、蒸着膜のような同心円状に膜厚分布をもつX線取り出し窓箔をSR軌道面に円弧を描くように湾曲した円筒面形状に配置することによって、SR軌道方向の透過率分布を低減させ、露光領域内の露光量分布を改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のX線露光装置を示す概略構成図である。

【図2】(a)ないし(c)は本発明におけるX線取り出し窓の円筒面形状としたベリリウム箔の膜厚分布を示し、(d)および(e)はそれぞれの断面における透過率分布を示す。

【図3】(a)ないし(c)は蒸着によって形成したベリリウム箔の膜厚分布を示し、(d)はその断面における透過率分布を示す。

【図4】半導体デバイスの製造工程を示すフローチャートである。

【図5】ウエハプロセスを示すフローチャートである。

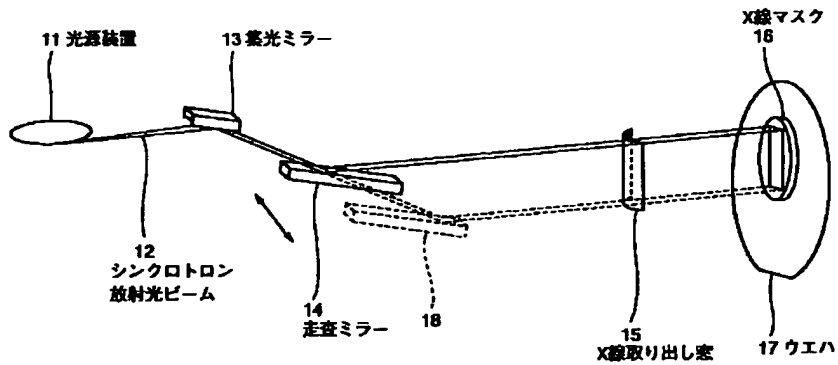
【図6】従来のX線露光装置の構成を示す概略図である。

【符号の説明】

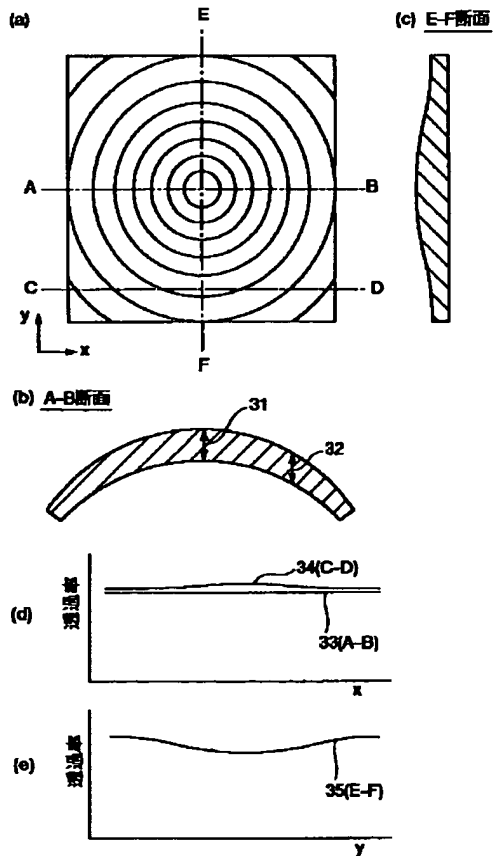
- 11 光源装置（電子蓄積リング）
12 シンクロトロン放射光ビーム

- 13 集光ミラー
14 走査ミラー
15 X線取り出し窓
16 X線マスク
17 ウエハ

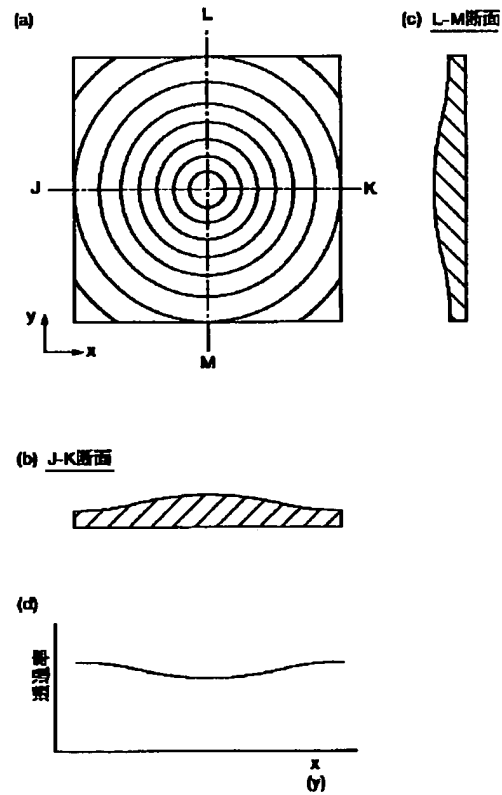
【図1】



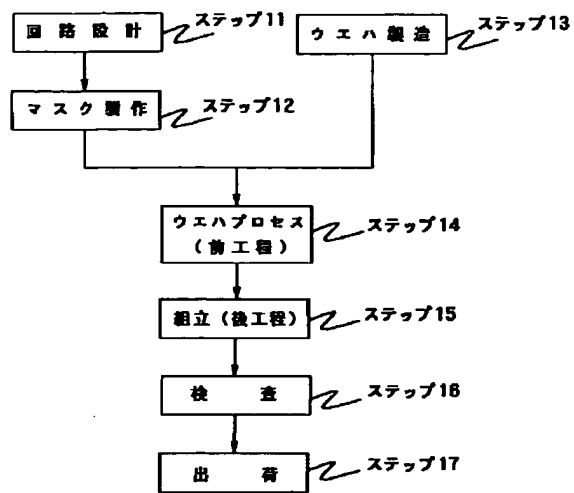
【図2】



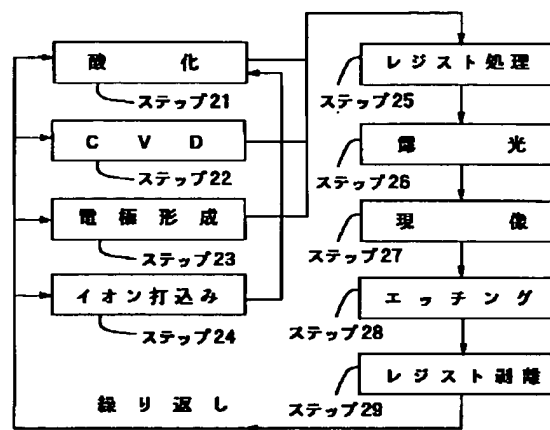
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

